

## LA CULTURA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA DE LAS SOCIEDADES DE LA MODERNIDAD TARDÍA

RAFAEL PARDO AVELLANEDA

*Instituto de Economía y Geografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas*

Dirección: Instituto de Economía y Geografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Pinar, 25. 28006 Madrid.

E-mail: [rpardo@ieg.csic.es](mailto:rpardo@ieg.csic.es)

### RESUMEN

En este artículo se presenta la trayectoria de emergencia y formalización del campo de investigación conocido como *comprensión de la ciencia por el público*, contextualizando su desarrollo atendiendo a los debates sobre la crisis de legitimación de la ciencia, sobre la emergencia de la consciencia medioambiental a finales de los años sesenta, y sobre las transformaciones culturales de la modernidad tardía. Se examinan las demandas de *voz* del público en las políticas de contenido tecnocientífico y el papel que la familiaridad del público con la ciencia tiene para la participación en la formación de esas políticas. A continuación, se introduce una tipología de *alfabetización científica del público*, se especifica el objeto formal de este campo y se aducen algunos de los principales resultados alcanzados. Finalmente, se aboga por un cambio de orientación del programa de investigación, consistente en ampliar el foco desde los elementos y problemas de la tradición de la *scientific literacy* al del estudio de la *cultura científica y tecnológica* en contextos espacio-temporales concretos.

**Palabras clave:** comprensión pública de la ciencia / alfabetización científica / cultura científica y tecnológica / actitudes ante la ciencia.

### RESUM

En aquest article es presenta la trajectòria d'emergència i formalització del camp de recerca conegut com a *comprensió de la ciència pel públic*, se'n contextualitza el desenvolupament i s'atenen els debats sobre la crisi de legitimació de la ciència, sobre l'emergència de la consciència mediambiental a la fi dels anys seixanta, i sobre les transformacions culturals

de la modernitat tardana. S'examinen les demandes de *veu* del públic sobre les polítiques de contingut tecnocientífic i el paper que la familiaritat del públic amb la ciència té per a la participació en la formació d'aqueixes polítiques. A continuació s'introdueix una tipologia d'*alfabetització científica del públic*, s'especifica l'objecte formal d'aquest camp i s'addueixen alguns dels principals resultats aconseguits. Finalment, es defensa un canvi d'orientació del programa de recerca, que consisteix a ampliar el focus des dels elements i els problemes de la tradició de la *scientific literacy* fins a l'estudi de la *cultura científica i tecnològica* en contextos espaciotemporals concrets.

**Paraules clau:** comprensió pública de la ciència / alfabetització científica / cultura científica i tecnològica / actituds davant la ciència.

## SUMMARY

### The scientific-technological culture of late modernity societies

In this article the emerging trajectory of scientific research is shown, as well as its formalization known as "public understanding of science", contextualizing its development and abiding debates on the crisis of science legitimation, on emergig environmental consciousness in the last sixties, and on cultural transformations of late modernity. The demands of the general audience for having a "voice" in techno-scientific policies, and the role that public understanding should have in this public policies are discussed. Afterwards we introduce a "public understanding of science" tipology, the formal object of this field is specified, and some of the most important results obtained are given. Finally, there is a defence for a change in the research programme, consisting of expanding focuses of elements and problems of tradition from "scientific literacy" to the study "scientific and technological culture" in specific temporospatial contexts.

**Keywords:** public understanding of science / scientific literacy / scientific and technology culture / attitudes towards science.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad global y compleja de la modernidad tardía tiene uno de sus motores más potentes en el avance continuado del conocimiento científico y tecnológico, que ha pasado a convertirse en lo que, con expresiva metáfora, James Burke ha calificado como «sistema de soporte vital» (*life-support system*). No es exagerado afirmar que la frontera de posibilidades colectivas de una determinada sociedad y, desde otra perspectiva, del conjunto del planeta es hoy función de la capacidad de seguir amplian-

do la imagen científica del mundo y de entender mejor y diseñar de manera más eficiente el ámbito de «lo artificial», objetivo este último constitutivo de la tecnología y la ingeniería (según la elegante caracterización de Simon, en *The Sciences of the Artificial*). Desde el arranque de la modernidad, la ciencia ha constituido uno de los elementos centrales del grupo (*cluster*) de instituciones que sostienen nuestro complejo modo de vida. De manera creciente la gran mayoría de las estructuras, instituciones,

actividades e, incluso, objetivos y valores han recibido su legitimación de la ciencia y su modo de acercamiento al mundo natural y social, un fenómeno de extraordinaria importancia que Max Weber quiso recoger con la expresión de «racionalización o desencantamiento del mundo». En aquellos dominios en los que, antes de la emergencia de la ciencia moderna, operaban los principios de la tradición, las religiones o las concepciones del mundo holísticas, la ciencia y la tecnología contemporáneas han pasado a convertirse en el factor cultural dominante, al tiempo que el número de planos y áreas de la vida intocados por el progreso de la ciencia se ha visto reducido de manera espectacular.

Esa preeminencia de la tecnociencia no se ha abierto paso sin tensiones con otras construcciones conceptuales e instituciones y, en la últimas décadas, han emergido grupos abogando por una redefinición de las reglas del *contrato implícito* entre la comunidad científica y la sociedad.

### EL CONTRATO IMPLÍCITO ENTRE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Y LA SOCIEDAD

En paralelo con ese acoplamiento estricto de la ciencia con un gran número de instituciones y prácticas sociales, se produjo un proceso de formalización de la ciencia como actividad privativa de un grupo profesional, dando origen así a una demarcación nítida entre comunidad científica-público, claramente perceptible desde finales del siglo XIX. Es fácil olvidar hoy que hubo un tiempo en el que las fronteras entre la ciencia y otros modos de representación conceptual del mundo eran borrosas, como lo eran los límites entre la figura del científico profesional y la del amateur (Shapin, 1990). Con la demarcación comunidad científica-

público se planteó la cuestión de lo que podríamos llamar el *contrato social implícito* entre ambos, regulador de las interacciones y términos del intercambio entre ellos. En virtud de ese acuerdo tácito, vigente hasta finales de la Segunda Guerra Mundial, la comunidad científica ha obtenido autonomía (en la selección de objetivos y desarrollo de la investigación) y provisión de un volumen creciente de recursos financieros y humanos, a cambio de su contribución a la producción de un torrente de bienes materiales y servicios inimaginables tan sólo un corto período de tiempo atrás. La sociedad, a través de los decisores públicos, aceptó sin mayor discusión el supuesto según el cual el apoyo material y la no-interferencia en el modo de proceder de la comunidad científica, por esotérico y antinatural que éste pudiera parecer, acabaría trayendo consigo, antes o después, un nivel de vida más elevado y un espacio de elección más amplio para la mayoría de la sociedad. Interesa notar que la ruta que conectaba el conocimiento abstracto con la satisfacción de necesidades prácticas ha sido —y continua siendo— extraordinariamente tortuosa, atravesada de numerosos obstáculos y con *lags* temporales bastante dilatados, como ha documentado la mejor historia de la innovación. Pero todo el período central de la modernidad ha estado recorrido por una confianza en la existencia de ese vínculo entre teoría científica y progreso material. Una creencia que daba sentido también a la integración de la investigación básica en la empresa, esto es, en una organización cuyo objetivo constitutivo es la maximización del beneficio en el mercado en plazos muy cortos, o, en todo caso, claramente acortados, y que cristalizó en lo que se ha llamado *primera generación de I+D*, cuyo supuesto fundacional era el de «contratar a los mejores investigadores, proporcionarles los medios materiales que puedan necesitar, hacer que

trabajen en un entorno creativo, sin interferir en su trabajo, y confiar en que producirán resultados comercialmente viables» (Roussel; Saad y Erickson, 1991, pág. 6).

En aquellas áreas del Globo en las que arraigó el complejo *ciencia-industria*, la fuente de legitimación de la ciencia residió más en sus efectos prácticos o aplicaciones —el incremento sostenido y la generalización de los niveles de bienestar—, que en su dimensión estrictamente cognitiva —la superior capacidad de construir representaciones del mundo natural y social, en permanente revisión y de potencia creciente, inigualada por las restantes formas de la cultura superior. Esa función utilitaria de la ciencia tuvo su plasmación más expresiva en la medicina moderna (Handlin, 1972, pág. 260). En el arranque de la modernidad tomó forma un programa, parcialmente anticipado por pensadores como Descartes y Bacon, que se llevaría a término en las tres centurias siguientes, consistente en «más ciencia, más tecnología, de forma tal que se alcance una comprensión total de cuanto existe, control total de nuestro medio ambiente, haciendo de todo lo que se encuentra en él un instrumento para la satisfacción de los deseos humanos» (Passmore, 1979, págs. 1-2). En la larga y compleja trayectoria de la modernización, nunca desaparecieron las tensiones entre la componente estrictamente cognitiva de ese ambicioso programa tecnocientífico y una serie de modos de conocimiento o representación del mundo, desde las filosofías de perfil tradicional al sentido común, pasando por las ideologías y los credos religioso-morales (Marx, 1988, págs. 161-162); pero la visión y racionalidad dominante en la cultura superior e, incluso, en la popular, fue adquiriendo un *aire de familia* más cercano a la ciencia que a las otras construcciones conceptuales. La dimensión práctica del programa, articulado de la manera más vigorosa por Bacon, se abriría paso de forma

decidida, pero tampoco lograría escapar a serios retrocesos y efectos no queridos, que, tras la demostración de los efectos devastadores del armamento nuclear en la Segunda Guerra Mundial, alcanzaron una magnitud tal que, ni el optimismo ilustrado de la comunidad científica, ni la creencia en el progreso de base científica característica de las sociedades modernas, pudieron ignorar en lo sucesivo.

### LA CRISIS DE LEGITIMACIÓN DE LA CIENCIA

La dramática constatación de la naturaleza dual del conocimiento científico, «creando nuevos parámetros de riesgo y peligro, al tiempo que ofreciendo posibilidades benéficas para la humanidad» (Giddens, 1991, pág. 28), se tradujo, después de 1945, en una erosión de la confianza del público en la asociación entre avance científico y progreso social (Marx, 1988, pág. 160). Desde la cultura de los movimientos críticos y alternativos surgidos a finales de los años sesenta se atribuyó un amplio espectro de efectos indeseados a la ciencia y la tecnología: el ser agente causal de procesos de alienación y deshumanización, el de reemplazar imágenes del mundo intuitivas o apoyadas en el sentido común por representaciones fragmentarias y abstractas, ajenas al modo de visualizar el mundo por la mayoría de los individuos en el contexto de la vida cotidiana, el de originar estilos de vida artificiales y *antinaturales*, el de alterar gravemente los ciclos y equilibrios medioambientales.

La sensibilidad de la comunidad científica ante la crítica externa, percibida como incentivo para la regulación por parte de las agencias públicas, cuando no para la intervención directa del público en materias que se supone deberían quedar reservadas a

aquella comunidad, llevó a mediados de los setenta a que, desde algunos medios de expresión e instituciones científicas, se hiciera sonar la señal de alarma acerca de «la capacidad de la ciencia para sobrevivir a los ataques que se estaban lanzando contra ella» (Blanpied, 1976, XIII). La noción de *crisis de legitimación de la ciencia* tomó forma, contribuyendo indirectamente a multiplicar el entonces modesto nivel de investigación acerca de las percepciones de la ciencia por el público, así como las iniciativas para mejorar la *alfabetización del público*. Ese contexto ayuda a entender el que la agenda de la investigación etiquetada al otro lado del Atlántico como *scientific literacy* y en éste como *public understanding of science*, estuviera presidida por la preocupación por estimar el grado de consentimiento del público con la ciencia y la comunidad científica, una preocupación que se ha prolongado hasta el período más cercano. El supuesto central de ese programa de investigación ha sido el de considerar que las actitudes (favorables) ante la ciencia dependen del grado de conocimiento de la misma por parte del público. El déficit cognitivo del público, documentado por una larga serie de encuestas en los países avanzados, ha sido visto, sin prueba estadística o formal, como la variable responsable de los fenómenos de crítica o las resistencias ante determinadas aplicaciones científico-tecnológicas. Sólo en los últimos cinco años se ha sometido a escrutinio tal supuesto (Evans y Durant, 1995), aunque con resultados poco claros hasta la fecha, cuestión a la que me referiré más adelante. Pero el foco de la mayoría de las investigaciones ha estado puesto en la medición del grado de familiaridad con los conocimientos científicos formales por parte de la población adulta (lo que podríamos llamar nivel de *alfabetización científica* del público). El análisis de las actitudes ante la ciencia y la tecnología, y el de los valores influidos por

el avance científico, han recibido menor atención, lo que se ha traducido en que todavía hoy la mayoría de escalas e indicadores (medidas agregadas) de las actitudes ante la ciencia sean pobres conceptualmente y problemáticas desde un punto de vista formal (con bajos niveles de intercorrelación de los ítems candidatos a componer escalas sumadas). Como acaba de decirse, todavía ha sido más modesto el trabajo destinado a explorar formalmente las relaciones conocimientos-actitudes.

La distancia temporal permite reevaluar hoy la evidencia acerca del grado de severidad de la supuesta *crisis de legitimación de la ciencia*. Ese segundo examen de los datos ofrece un juicio bastante más matizado, aunque hay que tener presente que el caso mejor documentado es el de Estados Unidos, cuyo perfil posiblemente no sea susceptible de generalización irrestricta a las sociedades europeas (sabemos que las actitudes comunes ante la ciencia en Estados Unidos y en Europa son mayores que las diferencias, pero también que, en general, la cultura americana es más sensible y optimista, y menos ambivalente, ante la ciencia que la existente en el Viejo Continente [Miller; Pardo; Niwa, 1997, pág. 91; Hugues, 1989]). Con esa cautela, lo que un reexamen de la mejor evidencia empírica e historiográfica disponible permite afirmar es que los temores de la comunidad científica, entre mediados de los sesenta hasta el final de la década siguiente, se correspondían sólo en parte con la realidad, o si se quiere, se basaban sobre todo en las actitudes y conductas de algunas minorías bastante activas, y en una cobertura desmesurada por los medios de comunicación de masas de algunos episodios críticos involucrando a la ciencia y a la tecnología, datos a los que se atribuyó un peso desproporcionado en relación con su presencia real en la sociedad. Una disparidad que ilustra que la opinión del público

no puede inferirse sin más de la opinión publicitada por los medios de comunicación, o de las manifestaciones y actuaciones de los grupos de interés (algo que, en el horizonte del nuevo siglo, interesa tener presente en la caracterización de las posiciones críticas ante algunas aplicaciones de la biotecnología en Europa).

Según los datos de las encuestas llevadas a cabo en Estados Unidos entre finales de los años cincuenta y comienzos de los setenta, analizados por Karen Oppenheim y Amitai Etzioni, el público tenía una valoración claramente positiva del papel de la ciencia, rechazaba de manera no menos rotunda las posiciones abiertamente anticientíficas, y manifestaba un alto nivel de consideración (prestigio y confianza) hacia la figura del científico profesional. Sin embargo, esas percepciones positivas estaban basadas sobre todo en la dimensión instrumental de la ciencia, no en la de tipo cognitivo. Según datos de 1957 (procedentes de la primera indagación empírica sistemática de las percepciones de la ciencia por el público), solamente un reducido segmento de la población mostraba interés por los temas científicos, sólo 1 de cada 7 norteamericanos encontraba la ciencia una actividad «interesante», y una proporción todavía menor creía que la investigación era algo «apasionante» (Etzioni y Nunn, 1974).

Otros analistas han aportado a ese cuadro un matiz más de interés. Jon D. Miller ha caracterizado las percepciones de la ciencia en la sociedad norteamericana de ese período como sigue: el público tenía en la segunda mitad de los años cincuenta «grandes expectativas respecto a las futuras realizaciones de la ciencia y la tecnología, pero era consciente de la naturaleza dual o de doble filo de la empresa científica» (Miller, 1983). La publicación de un creciente número de efectos indeseados del progreso inducido tecnológicamente abrieron el camino a acti-

tudes escépticas o críticas respecto al avance de la ciencia. Paradójicamente, un mayor nivel de conocimiento implicó —e implica— una mayor consciencia de los factores de riesgo, generando una lista en expansión permanente, que ha ido modelando hasta el presente una *cultura del miedo* o de *tolerancia cero* con el riesgo (particularmente si éste presenta las características de ser involuntario, con efectos de largo plazo invisibles a la mirada no-científica, que conduce a enfermedades consideradas horribles en nuestra cultura y otras propiedades cualitativas alejadas de la definición y estimación de riesgos por los expertos, como ha puesto de manifiesto el llamado *paradigma psicométrico* de la percepción de riesgos). La propia idea de progreso, que a lo largo del siglo XIX había pasado de ser una de las ideas importantes de Occidente a convertirse en la idea dominante (Nisbet, 1994, pág. 171), se hizo problemática, y uno de sus componentes y herramientas principales —la ciencia y la tecnología— cayó bajo sospecha entre algunos segmentos de la población durante las décadas de los sesenta y setenta, convirtiéndose en objetivo crítico de las corrientes contraculturales de la época (Roszak, 1995). Es importante notar que la divisoria entre la trayectoria de optimismo y confianza mayoritaria en la ciencia hasta los primeros sesenta y la cultura de la crítica o, cuando menos, la ambivalencia ante el progreso y la ciencia de finales de esa década, ocurre en un contexto de crisis más general de confianza en las principales instituciones de las sociedades modernas (Martin Lipset, 1987), en el que, a pesar de su erosión, las comunidades científica y médica ocupan las posiciones más favorables frente a la imagen convencional según la cual la pérdida de confianza relativa en la ciencia habría ocurrido entre los sectores más educados, el examen de los datos de la época instruye acerca de lo contrario.

## LAS PERCEPCIONES DE LA CIENCIA EN LA MODERNIDAD TARDÍA

### Consciencia medioambiental y *condición postmoderna*

Quizás las transformaciones de efectos más persistentes de la cultura de las sociedades modernas y que han afectado más a las percepciones de la ciencia hayan sido el surgimiento de la consciencia medioambiental y el cambio de sensibilidad que algunos ensayistas han querido recoger con la expresión de *condición postmoderna*. El historiador del Massachusetts Institute of Technology (MIT), Leo Marx (1998), ha notado que la moderna visión optimista euroamericana del progreso se ha visto erosionada durante las últimas tres décadas, y que el principal factor que ha contribuido a su declive es el creciente pesimismo acerca del papel de los seres humanos en la naturaleza, esto es, la consciencia de los serios efectos indeseados sobre el ecosistema global derivados del sistema de producción industrial y de la modernidad en general, sostenidos por la ciencia y la tecnología. Un juicio sobre el que se dispone de amplia evidencia convergente: el público de las sociedades de modernidad tardía es consciente de la negativa evolución de algunas dimensiones del medio ambiente —calentamiento global del planeta, efecto invernadero, desaparición de especies (Worcester, 1993; Mertig y Dunlap, 1995)— al tiempo que da por sentado y no parece dispuesto a renunciar a los muchos avances en los estándares y estilos de vida favorecidos por el avance tecnocientífico y por su proyección social vía sistema productivo. De esos dos vectores contrapuestos surge, en gran medida, la ambivalencia del público ante la ciencia en el cambio de siglo.

La literatura sobre la postmodernidad ha captado un cambio mayor en la cultura

de la modernidad tardía, que, sin necesidad de acogerse al prisma y supuestos teóricos más generales de la misma, resulta de interés retener aquí. Se trata de lo que Lyotard (1984) ha llamado el eclipse de las *grandes metanarrativas*, que habían venido dando sentido a la organización de la vida social de la modernidad, a los valores y vida de los individuos y que habían legitimado la propia ciencia, entendida como un tipo de discurso. El metadiscurso vertebrado entorno a los ejes de la expansión de la racionalidad y la creación sostenida de riqueza sin límite han acompañado a la ciencia desde su emergencia en el arranque de la modernidad y han justificado su función. En el último segmento del siglo XX, esos macroesquemas conceptuales han cedido el paso a lo que este filósofo francés ha llamado «la incredulidad en las metanarrativas», o puesto en otro lenguaje, a la proliferación de *microvisiones* o cuadros de valores más fragmentarios e inconexos —cuando no en conflicto abierto o latente— presentes en la cultura y en los propios esquemas cognitivos de los individuos (y que se corresponden con la proliferación de distintos estilos de vida en las sociedades avanzadas y también con un estilo de vida individual sumamente fragmentado y en rápida evolución). La ciencia y los valores asociados a ella, que en la emergencia y período central de la modernidad habían ido desplazando a otras formas culturales de perfil tradicional, en el período de modernidad tardía han visto reducido su peso cultural, cuando no cuestionados sus títulos de legitimidad (fundamentalmente, su superioridad cognitiva, pero también sus impactos sobre el medio natural), como resultado de la reemergencia de aquéllas y de la aparición de nuevas *narrativas* o discursos postmodernos, desde el arte a la literatura, pasando por la política.

Hoy, de caracterizaciones del status de la ciencia, como la que se acaba de apuntar,

cabe retener sólo los trazos más gruesos, que necesitan ser afinados con la bibliografía y la evidencia procedentes de un estilo de comprensión de la realidad social comprometido con la creación de esquemas conceptuales y modelos soportados empíricamente y abiertos a su refutación y desarrollo. Desde esta perspectiva, y prescindiendo de buen número de matices, que desde luego resultarían necesarios si el objetivo fuera la caracterización de la cultura científica de sociedades concretas, puede reconstruirse el cuadro general de las percepciones de la ciencia y la tecnología por el público en las sociedades de modernidad tardía, mediante los puntos que siguen.

La mayoría de las áreas de la ciencia y de su aplicación para la satisfacción de necesidades sociales presentan un perfil aporoblemático para la mayoría del público, y bastantes de ellas son vistas como claramente beneficiosas. El caso típico continúa siendo el de que los avances tecnocientíficos pasen a integrarse de manera silenciosa en el *background* del complejo modo de satisfacción colectiva de necesidades del fin de siglo y, más débilmente, en los esquemas cognitivos para interpretar el mundo y ordenar el dominio de la experiencia cotidiana. Por lo general, la atención prestada a esos avances, fuera de la comunidad científica, es modesta y poco duradera o, dicho de otro modo, los temas científicos se ven obligados a competir hoy por la atención de un público que ha visto multiplicada la oferta de canales informativos y de áreas de interés bastante por encima de lo que sus capacidades cognitivas y estructura del uso del tiempo le permiten abarcar. El segmento conocido como *público atento* (cuya denotación es resultado de satisfacer la conjunción de las condiciones de estar *interesado por* e *informado* acerca de la ciencia) se sitúa en los países más avanzados alrededor del 10 % de la población adulta.

### Los fenómenos de resistencia ante el cambio tecnocientífico

Las aplicaciones de la ciencia y de la tecnología han producido de tiempo en tiempo fenómenos indeseados de mayor o menor envergadura (trabajadores desplazados, aceleración del ritmo de cambio social, incremento de la complejidad) y puesto a prueba la plasticidad de las instituciones sociales y la propia estructura cognitiva y de personalidad de los *individuos modernos* (cuyas características principales quedaron recogidas en lo que los teóricos de la modernización etiquetaron, con expresión políticamente no muy correcta, como «el modelo de hombre moderno» [Inkeles, 1983]). A pesar de esas tensiones, el envoltorio cultural de la creencia en el progreso, asociado a la comprensión e intervención racionales en el mundo con la nueva herramienta tecnocientífica, ha permitido mantener la confianza en que el uso de más (o de nuevos) conocimientos científicos y tecnológicos permitirá sobreponerse a los efectos no queridos derivados de su aplicación anterior (una creencia típicamente moderna que, en su forma extrema, fue calificada en el *Primer Informe del Club de Roma* como «milagrerismo tecnológico» [Meadows *et al.*, 1972]). Progreso, racionalidad científica y confianza en la ciencia (en su triple dimensión de modo de conocer, de aplicaciones derivadas de la misma y de actividad de un grupo profesional), han compuesto un grupo (*cluster*) integrado, con un notable grado de robustez frente a la crítica de segmentos sociales minoritarios.

Los principales fenómenos de resistencia ante la ciencia y la tecnología en el período de implantación de la modernidad estuvieron centrados en casos en los que el modo de vida y subsistencia de determinados grupos ocupacionales se veían amenazados. Uno de esos (relativamente infre-

cuentes) fenómenos de resistencia social, el ludismo (*luddites*), se ha convertido en metáfora y símbolo de todos los episodios y manifestaciones de no-aceptación de los avances científicos o tecnológicos, y se ha recurrido a ella con demasiada frecuencia en la literatura sobre aceptación social de esos avances. Pero esa imagen de la oposición por parte de grupos de artesanos desplazados a la introducción de nuevas tecnologías (la nueva maquinaria textil en la primera década del siglo XIX) lleva el sello inconfundible de la era industrial (o modernidad primera) y carece de potencia suficiente para captar los fenómenos de oposición, ambivalencia o resistencia ante algunos desarrollos científico-tecnológicos característicos de la era postindustrial. Desde los años cincuenta las resistencias y controversias afectan más bien a casos de impactos indeseados (observables o supuestos) de algunos subconjuntos de la ciencia sobre el medio ambiente natural, valores centrales de nuestra cultura, imágenes de la auto-identidad humana y la demarcación entre especies (Pardo, 1999). Fenómenos que aparecen asociados a la preservación de intereses más universales (los del conjunto de la humanidad, los de las generaciones futuras), de *bienes públicos* (el equilibrio o la sostenibilidad del medio natural más allá del que le rodea inmediatamente a uno, esto es, defensa no-reductible al fenómeno etiquetado como NIMBY —*not in my back yard*—, sino más bien al conocido como NIABY —*not in anyone's back yard*—), movilización en defensa de otras especies (movimientos de defensa de los animales), de la concepción de la vida asociada a credos religioso-morales, o imágenes de auto-identidad de la especie. La figura de Víctor Frankenstein, fruto de la creación literaria de Mary Shelley por los mismos años en que ocurría el fenómeno del ludismo, ha mostrado una vitalidad incomparablemente mayor para dar cuenta

de las reacciones ante *potenciales* problemas derivables de la penetración de la ciencia en áreas que, se supone, deberían quedar reservadas a la legalidad *natural* o a los designios del Creador (según que domine una versión secular o religiosa del orden natural).

Las *representaciones sociales* acerca de los efectos indeseados de la ciencia operando en nuestra cultura se han nutrido y quedado reflejadas hasta el presente por las creaciones literarias encarnadas por las figuras de Frankenstein, del Dr. Jekyll y Mr. Hyde, *El mundo feliz* de Huxley y otras capturadas por el cine hasta hoy mismo (*Jurassic Park*); y apuntan, en la mayoría de los casos, a dos rasgos de interés desde la perspectiva del estudio de las percepciones de la ciencia por el público. El primero es el de los potenciales efectos indeseados derivados de la vocación de los científicos de modificar y refinar la naturaleza, y de manera central la vida humana, no sólo en los planos físico-químico y biológico, sino también en sus dimensiones psicológica y moral, para corregir defectos de las mismas, reales o imaginarios. El segundo es el de la ciencia escapando al control de los científicos, que en su mayoría no buscan la producción consciente de males, pero que por la copresencia de conocimientos muy potentes (abriendo la vía a la intervención en dimensiones fundamentales de la vida), y de pasiones primarias sin control (ambición, imprudencia) o valores morales laxos, acaban por causar daños de dimensiones incalculables. La amoralidad (o neutralismo axiológico) de la ciencia abre el camino a la posible inmoralidad de sus aplicaciones, y de ahí el miedo latente ante el avance científico: a la potencia de la herramienta científica le corresponden males de amplitud y gravedad inconcebibles sin su concurso.

A pesar de las inquietudes del público, más latentes que explícitas, puede decirse

que hasta los años ochenta los términos básicos del contrato fundacional de la autonomía de la institución científica no han sido, por lo general, objeto de revisión. Los fenómenos de oposición han sido esporádicos y han estado centrados en algunas aplicaciones tecnológicas (energía nuclear, DNA recombinante, pesticidas), pero hasta los últimos años no han contado con una conceptualización ni orientación programática más general. Varias de las fuerzas y tendencias emergidas desde mediados de los sesenta han confluído en los últimos años, junto con otros desarrollos como el del cambio de orientación de las políticas científicas al servicio de las economías intensivas en conocimiento de fin de siglo, en un cambio de contexto de la práctica científica (aunque éste diste de haber cristalizado).

### Los cambios en la apropiación cultural de la ciencia

Ese emergente marco se caracteriza por un *consentimiento condicionado*, mayor *presión reguladora* y la presencia de *creencias ambivalentes ante el progreso* en amplios subconjuntos sociales. La comunidad científica se está viendo arrastrada poco a poco a un campo de fuerzas en el que tiene lugar una redefinición de las reglas del juego (el *contrato social para la ciencia*) que habían venido soportando sus relaciones con la sociedad o con el público (Guston y Keniston, 1994). Los responsables públicos y las empresas demandan investigación útil (no simplemente *blue-sky research* de calidad) y desde el público —y más en particular desde algunas asociaciones y grupos de interés como las organizaciones ecologistas, las de consumidores, asociaciones religiosas y, más recientemente, organizaciones especializadas en el *control democrático de la ciencia*— se formulan demandas de *voz* en las políticas públicas relativas a la ciencia y la tecnología y

su desarrollo comercial, y también en lo tocante a su impacto sobre la salud o el medio ambiente e, incluso, en algunos países el terreno de la moral. Se está asistiendo así a un incremento de los experimentos con formas institucionales de participación del público en la definición de esas políticas y regulaciones (*referenda*, «conferencias de consenso»), cambios que están generando, a su vez, fenómenos de resistencia desde la comunidad científica, coincidentes en abogar por mantener la demarcación ciencia-público que había tomado forma a finales del siglo pasado con la institucionalización y profesionalización de la actividad científica.

Sobre ese telón de fondo, las aplicaciones biotecnológicas (en particular los alimentos genéticamente modificados, la experimentación con transgénicos a campo abierto, los xenotrasplantes) y las investigaciones sobre clonación de animales y de tejidos humanos constituyen un área crítica, de la que, en general, ha quedado excluida hasta la fecha la otra tecnología más dinámica de las últimas dos décadas (el *cluster* de las tecnologías de la información). En la mayoría de las sociedades avanzadas —entre ellas la española— la percepción de la población parece colocar la biotecnología en el grupo de *tecnologías problemáticas*, engrosando el subconjunto constituido por la energía nuclear, el armamento y la automatización avanzada (*robótica*). Pero hay que notar que, frente a algunos análisis de orientación postmoderna que postulan un cambio o giro radical en las percepciones de la sociedad (el tránsito desde un optimismo científico-tecnológico incondicionado al escepticismo y la desconfianza no menos irrestrictas respecto a la ciencia), lo que los datos disponibles permiten afirmar es que estamos ante un fenómeno más específico, caracterizado por la coexistencia de una creencia general en el progreso apoyado en el avance científico y, al tiempo, creciente

ansiedad ante algunas familias tecnológicas (o más precisamente ante determinados elementos de estas familias), cuya aplicación afecta a imágenes, creencias y valores morales fuertemente arraigados en la cultura occidental. La percepción crítica en el presente de áreas como la biotecnología y la clonación no responde pues a una orientación *ludista*, ni tampoco al romanticismo antitecnológico que tomó forma en los años sesenta, sino que presenta un área de solapamiento con las ansiedades que, desde el arranque de la modernidad, ha conllevado la intervención científica en el dominio de la vida sin un retorno claro e inmediato en el plano de la salud.

Los signos de malestar en la cultura de la modernidad tardía acerca del balance coste-beneficio del avance científico y las dudas suscitadas acerca de la ventaja cognitiva de la ciencia han motivado la reacción de la comunidad científica. La dimensión de inseguridad cultural acerca de la ciencia que más ha acaparado la atención de las instituciones y medios de expresión científicos es la tesis de la igualación del status epistemológico de la ciencia con otras formas culturales de representación del mundo, una tesis promovida por la corriente etiquetada como *programa fuerte en sociología de la ciencia* (representado por la mayoría de los autores de la Escuela de Edimburgo), y formalizada en la perspectiva conocida como *construcción social de la ciencia* (la obra de Barnes, Bloor y Henry [1996], *Scientific Knowledge*, constituye una muestra del enfoque de Edimburgo).

### Las demandas de voz del público

Una consecuencia del cuestionamiento de la validez y superioridad cognitiva de la ciencia es la de renegociar la línea de demarcación entre comunidad científica y público, una renegociación orientada a de-

volver poder a este último. El reto para el funcionamiento de las estructuras institucionales de la comunidad científica procede en este período de modernidad tardía no sólo de las presiones reguladoras y las políticas científicas con un énfasis en la obtención de resultados prácticos, presiones en las que al menos puede presuponerse la existencia de un grado de *expertise* y de procedimientos formales que garanticen que la voz predominante en la comunidad científica pueda hacerse oír y alcanzar una influencia significativa en el contenido de las decisiones. Procede también de las demandas más difusas procedentes del público o de algunos grupos organizados que se atribuyen una función representativa de éste. Es precisamente este contexto lo que ayuda a entender la importancia atribuida por destacados científicos a la refutación y exposición pública de las serias debilidades de los enfoques de los teóricos de la postmodernidad y, en particular, de los enfoques de los analistas sociales de la ciencia comprometidos con una versión fuerte de la tesis de la *construcción social del conocimiento científico*. El *affaire Sokal*, las llamadas *guerras de la ciencia* y la aparición de una literatura en rápido crecimiento sobre el característico núcleo cognitivo de la ciencia (reenfatizando alguna versión de correspondencia objetiva entre teoría y realidad o evidencia empírica), y también acerca de las relaciones entre ciencia y democracia, son indicadores del forcejeo en curso para redefinir el status y los mecanismos de gobierno de la ciencia como institución (Gross y Levitt, 1994; Gross, Levitt y Lewis, 1996; Sokal, 1996; Levitt, 1999; Sokal y Bricmont, 1999).

Para la gran mayoría de la comunidad científica las propuestas de experimentos sociales para abrir la participación del público a cuestiones de alta complejidad científica o tecnológica marchan a contracor-

riente del largo proceso de profesionalización de la actividad científica, y deben ser rechazadas por cuanto sus efectos serían más perjudiciales que beneficiosos. El matemático Norman Levitt (1999) ha argüido vigorosamente a favor de que la toma de decisiones en cuestiones científicas quede reservada a aquel segmento de individuos, claramente minoritario, que ha superado un proceso formativo tan sumamente exigente como el del graduado en alguna área de las ciencias. Éste y otros autores han abogado más bien por el diseño de instituciones orientadas a limitar o controlar los casos de controversias públicas entre miembros de la comunidad científica, que tienen el efecto de provocar ansiedad e inseguridad en la sociedad y de incentivar las demandas de voz de grupos de interés en materias que deberían quedar reservadas a los expertos. La forma organizativa elegida para este propósito es la de las *science courts*, propuesta originalmente por Arthur Kantowitz (1967) y desarrollada con la colaboración de Alan Mazur (1973). Una fórmula a la que se atribuye una función de reducir los incentivos para que científicos individuales se involucren en controversias públicas prestando su voz a los medios de comunicación y los grupos de interés. La separación entre, por una parte, la mejor evidencia disponible y, por otra, los juicios de valor o las preferencias sobre dimensiones no-científicas de una determinada decisión, mediante la discusión y el debate de los investigadores discrepantes con *árbitros* científicos, permitiría, a juicio de sus proponentes, reducir los episodios de alineamiento público de los científicos en áreas controvertidas y restaurar así la confianza del público en el conocimiento científico y la comunidad de investigadores, un activo intangible fundamental de las sociedades complejas de modernidad tardía.

Las voces de científicos que abogan por

la línea de conducta alternativa —la apertura a la participación del público en las decisiones sobre temas científico-tecnológicos— son claramente minoritarias. Una de ellas es la de Lévy-Leblond (1992, pág. 20), físico y al tiempo autor de interesantes contribuciones al análisis social de la ciencia, quien sostiene no sólo que esas áreas deben estar abiertas a la voz del público, sino también que no debe imponerse requisito alguno de familiaridad con la ciencia (ni siquiera el nivel de amateur o de *público atento*) para tener acceso a la participación. En opinión de Lévy-Leblond (1992, pág. 20), se debería abandonar el «requisito, aceptado por lo común como un artículo de fe implícito, según el cual la gente tiene que ser experta, o por lo menos tener una cierta familiaridad con la ciencia y la medicina, antes de dar su punto de vista acerca de las mismas, por ser contrario al principio básico de nuestras sociedades democráticas. La democracia es una apuesta: la apuesta de que la conciencia debe tener precedencia sobre la competencia».

Las consideraciones de Lévy-Leblond acerca de la primacía incondicionada de la participación abierta a todos frente al principio de la competencia resultan claramente inadecuadas. En primer lugar, por cuanto conocemos con un razonable nivel de seguridad que la participación del público en controversias científico-tecnológicas (o de otro tipo) está asociada a lo que los psicólogos sociales denominan *sentimiento de eficacia personal*, que tiene a su vez uno de sus factores principales en la autopercepción de sentirse razonablemente informado acerca de un determinado tema. O, en términos de la literatura sobre percepciones de la ciencia por el público, la probabilidad de que un individuo demande voz en la formación de una determinada política pública sobre cuestiones científico-tecnológicas, en el caso general de no tener un interés material

directo en juego (tal como la construcción de un aeropuerto o de una planta nuclear en las proximidades de la propia residencia), depende en gran medida de sentirse parte del segmento de *público atento* sobre la ciencia y la tecnología (esto es, de autoperibirse como interesado y razonablemente informado, aunque sea a un nivel elemental), un punto que ha sido elaborado particularmente por Miller (1983). Desde esta perspectiva el objetivo de mejorar el nivel de formación científica de los individuos, lejos de ser una posición paternalista, resulta fundamental para ensanchar no sólo la *capacidad* de intervenir en esas políticas, sino también su *disposición* a hacerlo. Por otra parte, la calidad de las decisiones sobre temas altamente complejos podría verse seriamente comprometida caso de descansar en procedimientos formales de toma de decisiones en los que el *input* del conocimiento científico se viera sumado sin más a los esquemas cognitivos de los profanos. La sociedad global de la modernidad tardía ha alcanzado un nivel de complejidad tal que, sin perjuicio de mejorar el acceso del público a la formación de las decisiones, necesita descansar en mecanismos que aseguren un peso sensiblemente mayor del conocimiento científico.

### LA FAMILIARIDAD DEL PÚBLICO CON LA CIENCIA

Salvo en las visiones más radicales o relativistas acerca de la ciencia y su papel en las sociedades complejas del presente, la mayoría de los analistas del campo de comprensión de la ciencia por el público ha venido abogando por actuaciones que permitan que el público se incorpore al avance de la ciencia y la tecnología no sólo vía beneficios materiales, sino también en un plano cognitivo o cultural, de familiaridad (por

elemental que sea) con la imagen del mundo y las herramientas para su transformación proporcionada por aquellas. Las razones básicas de la agenda de trabajo orientada al acercamiento entre ciencia y público han abarcado un amplio espectro, desde las de tipo práctico o utilitario a las de naturaleza sociopolítica, pasando por las de carácter estrictamente cultural. Entre las primeras, destacan la importancia que una población científicamente educada tiene en los planos de la producción y del consumo: los requerimientos del entorno del trabajo incluyen hoy capacidades de naturaleza simbólica y abstracta, vinculadas en gran medida al conocimiento científico (Barley, 1992), y en lo que se refiere al consumo, la población tiene ante sí una amplísima gama de bienes altamente sofisticados, cuya aceptación y disfrute demandan también grados de familiaridad con algunos subconjuntos del conocimiento científico-tecnológico (el acceso y utilización de las tecnologías de la información y la aceptación o rechazo de los alimentos genéticamente modificados constituyen dos casos que ilustran la importancia de que la población cuente con un cierto umbral de conocimiento científico-tecnológico). El consentimiento y, en su caso, la participación en políticas públicas con un fuerte componente científico-tecnológico dependerían también del grado de proximidad cognitiva y actitudinal del público con la ciencia. Finalmente, la cultura de la modernidad tardía tiene, en opinión de quienes abogan por un acercamiento entre ciencia y público, su núcleo en los conceptos, metáforas, imágenes, ideas, datos e información proporcionados por la ciencia y la tecnología contemporáneas. Dejar que la población desarrolle su vida en el marco de una cultura material profundamente modelada por el conocimiento tecnocientífico y, al tiempo, en una cultura simbólica o ideacional de naturale-

za bien distinta, generaría antes o después fenómenos de desajuste y tensiones con importantes consecuencias en los planos individual y colectivo. Aunque las razones hayan variado, se ha dado por supuesto que la razón principal de ese *desideratum* es en éste, como en otros tipos de *literacy*, favorecer la adaptación del individuo a los requerimientos de la sociedad compleja del fin de siglo.

### Tipologías de la formación científica del público

De entre las varias tipologías de *alfabetización científica del público* que se han propuesto, la que mejor se corresponde con el conjunto de razones que se acaban de dar para su fomento es la propuesta hace veinticinco años por el astrofísico Shen. El primer tipo de *literacy* sería la de carácter *práctico* y en ella podrían encuadrarse cuestiones como la del conocimiento científico relacionado con temas de salud, el medio ambiente, el trabajo y el consumo. El segundo tipo es el de carácter *cívico*, que abarca los conocimientos necesarios para una participación del público en las políticas públicas de ciencia y tecnología y, muy particularmente, en aquellas susceptibles de generar alarma o desembocar en *controversias*. La última de ellas es la de naturaleza *cultural* y hace referencia a la dimensión de animales simbólicos de los humanos, que buscan el conocimiento con independencia de su utilidad práctica a corto plazo, y que responde a la curiosidad que, con independencia de su origen, parece estar presente en la gran mayoría de los individuos.

El tipo de comprensión de la ciencia por el público que más atención ha recibido entre los investigadores de este campo es el de carácter *cívico* o político, aunque no hayan faltado las referencias más o menos elaboradas a la de carácter práctico o inclu-

so a otras variantes de esos dos tipos (una lista bastante extensa ha sido ofrecida por Durant, 1993). Pocos son los analistas que han dedicado atención sistemática a la función cultural de la alfabetización científica de las sociedades de modernidad tardía. Y ello a pesar de que ya en los años setenta se advirtiera acerca del peligro de proyectar al público una imagen de la ciencia en la que los rasgos más sobresalientes eran —y continúan siendo— de carácter utilitario, tanto en un plano individual cuanto colectivo. Precisamente la difusión de dudas entre el público y los grupos más educados acerca de la superioridad cognitiva de la ciencia, respecto a otras representaciones culturales con pretensión de ofrecer un conocimiento más profundo de nuestro entorno físico, tiene entre sus factores responsables la actitud de la propia comunidad científica que, según el sociólogo Edward Shils, ha participado de manera pasiva en la sustitución de la estimación de la ciencia por su valor cognoscitivo (la búsqueda inacabable de la verdad y de modelos progresivamente más potentes y veraces, aunque provisionales) por un ideal fuertemente aplicado. El abandono del ideal de *educación general* en el tránsito al siglo xx, que había incluido a la ciencia como componente esencial del mismo, habría favorecido, en opinión de analistas como Shils, el deslizamiento de la comunidad científica a una perspectiva utilitaria en su comunicación con el público, al tiempo que la atención se habría centrado en un subconjunto del mismo, el integrado por los *policy-makers*: «[las clases educadas y los científicos] no se encuentran en un marco de pensamiento que les permita pensar que otras personas, y sobre todo aquéllos no educados científicamente, puedan albergar creencias acerca del valor intrínseco de la ciencia» (Shils, 1974, pág. 158). En este último segmento, en el horizonte del siglo xxi, las organizaciones cien-

tíficas y destacados científicos de los países más avanzados han reconocido el papel que un público familiarizado con la ciencia puede tener para el propio desarrollo de la empresa científica, cuyo coste de oportunidad ha crecido espectacularmente. Pero la perspectiva que sigue dominando es la de acentuar la dimensión utilitaria del avance científico (mostrando al público los muchos beneficios derivados del mismo), algo que se corresponde con el énfasis de las políticas científicas en lo que se conoce como *investigación estratégica* y el abandono del modelo postbélico impulsado por Vannevar Bush en *Science, the Endless Frontier*, en el que se atribuía al conocimiento básico un papel fundamental, entre otras razones porque la experiencia de la Segunda Guerra Mundial había evidenciado la superior capacidad de contribuir a resolver problemas prácticos, nuevos y de alta complejidad, por los científicos básicos (físicos, matemáticos), claramente por encima de las capacidades de los tecnólogos y científicos aplicados en el tratamiento de ese tipo de problemas. Una enseñanza susceptible de generalización, entre otras, en las áreas de la biomedicina y de la economía (generando los conocimientos soporte de las «innovaciones radicales» en el sentido de Freeman).

### **El objeto formal del campo de comprensión pública de la ciencia**

Con independencia de las razones, puede afirmarse que en la década de los noventa hemos asistido a un renacimiento del interés entre los decisores públicos y privados por conocer y mejorar el grado de familiaridad del público con la ciencia y tecnología contemporáneas, interés que ha favorecido el reforzamiento del correspondiente campo académico o de investigación que había ido tomando forma en los años ochenta.

Aunque el campo de comprensión pública de la ciencia no cuenta con un paradigma único (Durant, 1992, pág. 1), sí que presenta un objeto formal claramente especificado y operacionalizado en los principales estudios llevados a cabo. Ese objeto incluye la estimación del grado de *interés* del público por la ciencia, la *información* declarada acerca de la misma, las *fuentes* y *pautas* de *adquisición de la información*, el *conocimiento* de la ciencia y, finalmente, las *actitudes* o *predisposiciones* ante la ciencia. El conocimiento se ha desglosado, a su vez, en dos dimensiones fundamentales: conocimiento de conceptos y tesis elementales (*contenido*), y modos de alcanzar y validar los conocimientos de la ciencia (*método*). En los últimos años se ha propuesto incluir una tercera dimensión, relativa a la familiaridad del público con lo que podría llamarse la ciencia como *institución* (que podría abarcar desde el conocimiento de las organizaciones en las que se produce la ciencia al del papel de las políticas públicas en la selección de objetivos de la investigación, pasando por los procedimientos de comunicación, revisión y aceptación del nuevo conocimiento). Sólo recientemente se ha llevado a cabo un primer intento de conceptualización y, sobre todo, de operacionalización de esta tercera dimensión (Bauer *et al.*, 2000). Han quedado fuera del campo de observación no sólo el conocimiento *tácito* (difícilmente capturable vía encuesta), sino también otras dimensiones cognitivas de gran importancia: las ideas o principios más generales que acompañan y soportan o dan sentido al hacer científico, y cuya comprensión por el público reviste la mayor relevancia para la visualización de una larga serie de objetos y procesos. Una cuestión que ha merecido la atención del Proyecto 2061 de la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), del que merece la pena citar lo siguiente: «algunos temas importantes per-

mean la ciencia, las matemáticas, y la tecnología, apareciendo una y otra vez, con independencia de que estemos observando una civilización antigua, el cuerpo humano o un cometa. Son ideas que trascienden los límites disciplinares y que resultan útiles en la explicación, en la teoría, en la observación y en el diseño» (AAAS, 1989, pág. 123). El proyecto de la AAAS presentó una serie de «ideas temáticas», que deberían ser objeto de transmisión por el sistema educativo, organizadas bajo las categorías siguientes: sistemas, modelos, estabilidad, pautas de cambio, evolución y escala. Parece claro que una nueva generación de investigaciones sobre comprensión de la ciencia por el público deberá atender a esta dimensión cognitiva.

### Comprensión de la ciencia y actitudes

El principal foco de la investigación de este emergente campo ha recaído en la construcción y la aplicación de instrumentos de medida de los conocimientos científicos de la población capaces de exhibir pro-

iedades satisfactorias, tanto desde una perspectiva sustantiva cuanto formal (o métrica). Pero, en realidad, el objetivo último ha sido —y es— la estimación del impacto que el nivel de alfabetización científica del público tiene sobre las actitudes o las predisposiciones ante la ciencia. La investigación desarrollada en el período más cercano se ha centrado precisamente en la puesta a prueba de la tesis de que las actitudes favorables ante la ciencia son función del grado de conocimiento de la misma.

Los estudios realizados en distintas sociedades avanzadas han puesto en evidencia el relativamente bajo nivel de familiaridad de la población con los conceptos básicos de la ciencia moderna y contemporánea, un nivel de conocimiento que, como cabía esperar, se distribuye por naciones en atención al grado de desarrollo de éstas (gráfico 1).

El nivel de familiaridad del público con la ciencia se ha mostrado sumamente difícil de mejorar con el paso del tiempo, incluso en las naciones que puntúan más alto en la

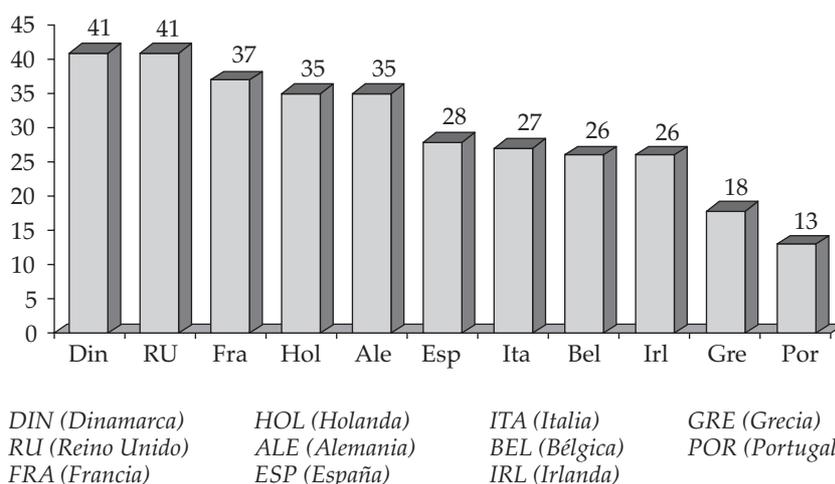


GRÁFICO 1. Europa 1992: distribución de conocimiento científico *alto* según países (en porcentaje). El nivel alto de conocimiento científico se define operativamente por alcanzar una puntuación (aciertos) de entre 9 y 12 (rango 0-12).

Fuente: Elaboración propia.

escala de desarrollo económico y científico (como lo documenta el caso de Estados Unidos, país del que se dispone de la más larga serie temporal), evidenciando los problemas del sistema educativo para transmitir eficaz y duraderamente los conocimientos científicos y las habilidades para actualizar esos conocimientos conforme la ciencia se desarrolla. Las áreas de la ciencia de desarrollo más reciente (como las de la Biología molecular y algunos campos de la Física) son las menos conocidas por el público (gráfico 2), abundando las confusiones y las nociones erróneas (como la creencia de que los tomates *naturales* no contienen genes, en tanto que los genéticamente modificados sí, [tabla 1] o la de creer que ingerir fruta modificada genéticamente puede modificar los genes de las personas, [tabla 2]). Pero, como puede verse en el gráfico 2, incluso áreas fundamentales de la ciencia de comienzos

de siglo (como la estructura atómica de la materia) continúan resultando ajenas para segmentos muy numerosos de la población.

Tanto los investigadores del campo de comprensión pública de la ciencia, como el conjunto de la comunidad científica, se acogen a un principio de *cognitivismo ilustrado*, según el cual los fenómenos de resistencia ante determinados avances científicos son, básicamente, función de la ignorancia científica del público, que los correspondientes programas educativos y políticas deben tratar de contrarrestar. Revisiones llevadas a cabo en los últimos años de esa supuesta relación han cuestionado su validez y ofrecido una imagen más compleja (Evans y Durant, 1995), aunque los resultados alcanzados por estos autores no rebasan un plano meramente exploratorio y distan de ser claros conceptualmente y estadísticamente consistentes. Pero esas limitaciones

TABLA 1. Distribución de respuestas del enunciado «Los tomates corrientes no contienen genes, mientras que los que están genéticamente modificados, sí»

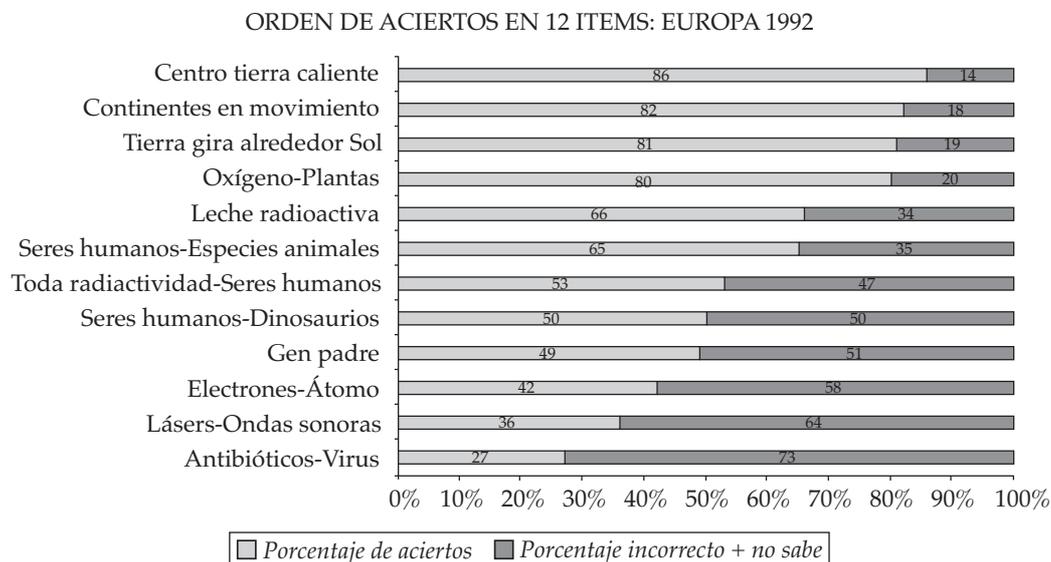
<i>Respuestas</i>	<i>Número</i>	<i>Porcentaje</i>
Respuestas incorrectas	5.309	30,8
Respuestas correctas	6.113	35,5
No sabe	5.772	33,5
Casos perdidos	18	0,1
<b>Total</b>	<b>17.212</b>	<b>99,9</b>

Fuente: Eurobarómetro 46.1 (otoño de 1996). (Quince países europeos).

TABLA 2. Distribución de respuestas del enunciado «Al comer fruta genéticamente modificada, los genes de una persona pueden también resultar modificados»

<i>Respuestas</i>	<i>Número</i>	<i>Porcentaje</i>
Respuestas incorrectas	4.032	23,4
Respuestas correctas	8.262	48,0
No sabe	4.894	28,4
Casos perdidos	24	0,1
<b>Total</b>	<b>17.212</b>	<b>99,9</b>

Fuente: Eurobarómetro 46.1 (otoño de 1996). (Quince países europeos).



Fuente: Eurobarómetro 1992.

Enunciados de los ítems integrantes de la escala de conocimientos:

1. El centro de la Tierra está muy caliente.
2. Los continentes en los que vivimos han estado desplazándose de su situación durante millones de años y continuarán haciéndolo en el futuro.
3. La Tierra gira alrededor del Sol.
4. El oxígeno que respiramos procede de las plantas.
5. La leche contaminada radiactivamente puede hacerse segura hirviéndola.
6. Los seres humanos tal y como los conocemos hoy se desarrollaron a partir de especies animales anteriores.
7. Toda la radioactividad es producida por los seres humanos.
8. Los primeros seres humanos vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios.
9. El gen del padre determina el sexo de los hijos.
10. Los electrones son de dimensiones más reducidas que los átomos.
11. Los láasers funcionan concentrando ondas sonoras.
12. Los antibióticos destruyen tanto los virus como las bacterias.

GRÁFICO 2. Nivel de conocimientos del público europeo.

no han impedido que a este lado del Atlántico se haya convertido en un lugar común el afirmar que no existe relación significativa entre conocimientos y actitudes o, incluso, que a mayor nivel de conocimientos, las predisposiciones ante la ciencia y la tecnología son más críticas. Algunos analistas han

querido ir más allá de una exploración de la relación conocimientos-actitudes, para ofrecer interpretaciones sustantivas e incluso esbozos de modelización, avanzando tesis como la de un supuesto *efecto postindustrial*. Según éste, la relación conocimientos-actitudes, examinada de manera comparada

para una serie de sociedades europeas con distintos grados de desarrollo, presentaría una forma curvilínea: la relación sería más o menos lineal en aquellas sociedades que, como Grecia, Portugal o España, puntúan más bajo en un índice de industrialización, pero revestiría una forma *caótica* en las sociedades postindustriales (Durant *et al.*, 2000). En esta familia de análisis aparecidos entre 1995 y 2000, se ha insistido también en la tesis de la no-existencia de relación significativa entre conocimiento y actitudes a propósito de áreas como la biotecnología (Gaskell *et al.*, 1997, pág. 845).

Además de propiciar la reorientación del trabajo de un segmento de analistas del campo de la comprensión de la ciencia por el público, estas nuevas interpretaciones pueden tener el efecto no-querido de desorientación de los *policy-makers* y de la propia comunidad científica. Baste aducir aquí dos muestras particularmente relevantes de las conclusiones o los hallazgos de esta línea de análisis. El primero procede del artículo publicado en *Nature* por Gaskell, Durant y colaboradores, en el que puede leerse que «la principal lección de la encuesta [el Eurobarómetro sobre biotecnología 46.1, 1996, de la Comisión Europea, en cuyos datos se apoya el artículo] es que la confianza del público en las emergentes aplicaciones de la biotecnología no puede darse por sentada» (Gaskell *et al.*, 1997, pág. 845), sin duda una lección bastante parca. En ese artículo se concluía que las principales reservas de la población europea ante la biotecnología son de «carácter moral». Dos años más tarde los miembros del equipo británico firmantes del artículo en *Nature* publicaban una nueva interpretación de los mismos datos, esta vez en *Science*, donde las «imágenes amenazadoras» (o de riesgos, tal y como éstos son percibidos por la población) alcanzaban bastante más relevancia que las razones de orden moral en la explicación de las actitu-

des. Este trabajo se cerraba con una conclusión menos sobria que la alcanzada en 1997, pero poco clara, e iba seguida por un interrogante sobre el que los firmantes o no querían o no podían dar respuesta alguna. Ambos se contienen en el siguiente párrafo: «En conclusión, no hay una única explicación capaz de dar cuenta de la mayor resistencia a la biotecnología en alimentos en Europa [respecto a la existente en Estados Unidos]. Distintos factores están implicados e interrelacionados. Diferentes historias de cobertura por los medios de comunicación y de regulación se mueven con distintas percepciones del público, y éstas a su vez reflejan sensibilidades culturales más profundas, no sólo acerca de los alimentos y las nuevas tecnologías alimentarias, sino también acerca de la agricultura y el medio ambiente. Esto suscita la siguiente cuestión: ¿Cómo deberían responder la comunidad científica, la industria y el gobierno?» (Gaskell *et al.*, 1999, págs. 386-387).

Si las actitudes ante la institución científica, componente central del *cluster* característico de la modernidad, no aparecen asociadas al conocimiento, o la asociación reviste formas altamente cambiantes conforme nos desplazamos entre subconjuntos de la ciencia o a planos de intersección diferenciados ciencia-sociedad, resulta difícil ver cuáles son las opciones al alcance de la comunidad científica y los *policy-makers* para mejorar o mantener el nivel de legitimación de la ciencia y los modelos de racionalidad asociados a ella.

Sin duda, se trata de una cuestión central del período de modernidad tardía, habida cuenta de los síntomas (reales o exagerados, según los casos) de malestar o inquietud latente de la población ante el avance científico-tecnológico y, al tiempo, la extrema dependencia respecto al mismo de la actual sociedad global. La alternativa práctica que se ha ido abriendo paso en estos últimos años, en conexión con la tesis de la inexis-

tencia de relación significativa entre alfabetización científica y actitudes ante la ciencia, es la de la participación del público en las políticas científicas y tecnológicas, con independencia del nivel de familiaridad que pueda tener con las dimensiones técnicas de los temas a debate o, incluso, postulándose que no hay por qué atribuir superioridad cognitiva alguna al conocimiento de los expertos frente al conocimiento local (el de los residentes o los afectados potenciales por ese conocimiento), una posición por la que viene abogando Brian Wynne (1996). Es posible que los experimentos para dar voz al público puedan tener un efecto positivo para mejorar las relaciones con los expertos y la comunidad científica, para incrementar el apoyo y ensanchar la legitimidad de políticas complejas e, incluso, para mejorar la calidad de éstas, evitando la alternativa *exit* (para decirlo con los términos de la elegante tipología de Hirschman en *Exit, Voice, and Loyalty*). Pero hay que señalar, en primer lugar, que apenas se cuenta con evidencia de los efectos netos de la participación directa de representantes del público (bajo la forma de *conferencias de consenso*) en casos de políticas complejas en las que el conocimiento científico y tecnológico tienen un papel central. En segundo lugar, lo que de verdad resulta imperioso es el desarrollo de una nueva generación de investigación sobre comprensión de la ciencia por el público basada en supuestos mejor apoyados en la literatura sobre actitudes, y en una revisión crítica de los propios resultados alcanzados en este campo. Sólo así podrán ofrecerse recomendaciones capaces de orientar a los decisores públicos, las empresas y la propia comunidad científica en su comunicación y relación con el público para hacer frente a los desafíos de la primera década del siglo XXI en áreas como las de la energía, el medio ambiente, las tecnologías de la información, la promoción de la salud y otras.

### El desarrollo de un nuevo programa de investigación

Sin aspirar a ofrecer aquí un planteamiento detallado de cuestiones que deberán ser abordadas en los próximos años, sí que interesa dar sucintamente algunos resultados suficientemente sustentados por la evidencia empírica y los análisis llevados a cabo, y también sugerir algunos otros que necesitan la atención de los investigadores.

El primero de ellos es la existencia de actitudes ante la ciencia y la tecnología de carácter globalmente positivo, una evaluación que se ha medido tanto mediante preguntas directas a la población, cuanto indirectamente mediante la construcción de escalas y de indicadores orientados a capturar la existencia de dimensiones generales. Ambos tipos de medidas ofrecen resultados de validez convergente. Dado que la evaluación positiva ocurre entre segmentos con niveles educativos distintos y familiaridad con los contenidos y método de la ciencia todavía más variables, parece que habrá que buscar las fuentes de legitimación de la ciencia no sólo en la variable *grado de conocimiento* (al menos, si por *conocimiento* entendemos los resultados y conceptos de la ciencia transmitidos por el sistema educativo). Los análisis de tipo sincrónico de percepciones públicas de la ciencia han pasado por alto un dato bastante elemental para la perspectiva del antropólogo y la del historiador: las imágenes de la ciencia se han abierto paso no solamente en cuanto objetos cognitivos formales, comunicados más o menos eficazmente al público por el sistema educativo, los medios de comunicación, museos, etc., sino por una vía no menos potente, como *conocimiento incorporado* en un inacabable torrente de bienes materiales, poblando el entorno en el que se desarrolla la vida cotidiana, desde el dominio del trabajo al del hogar, pasando por el del espacio

urbano. Lo cual podría resumirse diciendo que las percepciones del público ante la ciencia y la tecnología se han ido abriendo paso mediante la alteración de la propia *cultura material* y el espacio en que se desarrolla la vida en los contextos del trabajo, el hogar, el cuidado de la salud, el ocio y la vida cotidiana en general en el período de la modernidad tardía. Lo que se necesita son análisis sistemáticos de qué áreas de la ciencia y de la tecnología aparecen en los distintos entornos en los que los individuos desarrollan su vida y qué consecuencias se derivan de esa interacción para las imágenes, el sentimiento de cercanía y la propia evaluación de la ciencia como conjunto. Un tipo de análisis que podría ejemplificarse con una sugerencia de Evans y Durant hace unos años, según la cual la mayoría de la población no entraría en contacto directo con científicos básicos, pero sí con la profesión médica, a la que atribuiría buena parte de las características del hacer científico y, por lo mismo, las imágenes y expectativas acerca de la ciencia serían una suerte de extrapolación de las construidas a propósito de la profesión médica. Necesitaríamos acumular evidencia de ese tipo referida no sólo a los actores del avance científico, sino también a las organizaciones en que trabajan (imágenes acerca de lo que es un laboratorio y un centro de investigación), y respecto a los objetos y tecnologías con los que se interacciona.

Una segunda cuestión a la que atender se refiere al supuesto de que los individuos se distribuyen en posiciones a lo largo de un *continuum* cuyos extremos irían de las actitudes fuertemente negativas al de las actitudes máximamente positivas. Un supuesto que predispone a identificar, mediante una serie de decisiones en el curso del análisis, segmentos claramente simpatéticos respecto a la ciencia, segmentos críticos y sectores en los que la ambivalencia es el rasgo más sobresaliente. Pero, cuando se

examinan más atentamente las actitudes ante un amplio abanico de cuestiones en las que la ciencia y la tecnología tienen un impacto significativo, se observa que, en bastantes individuos de las sociedades de modernidad tardía, la posición modal o más sobresaliente es la de ambivalencia, resultante de albergar *en paralelo* predisposiciones positivas (lo que hemos llamado en otro lugar «promesas de la ciencia») y negativas («reservas ante la ciencia»). Esa ambivalencia no se da por igual en las distintas sociedades, pudiéndose afirmar, con la evidencia disponible hoy, que es más alta en Japón, seguida por la de los países de la Europa comunitaria, y notablemente más baja en Estados Unidos. No hay diferencias significativas entre Europa y Estados Unidos en la percepción de los aspectos positivos de la ciencia y la tecnología (*promesas*), pero sí en lo que se refiere a los efectos indeseados (*reservas*), que alcanzan valores mucho más altos a este lado del Atlántico (tablas 3 y 4).

Ocurre además que la correlación entre ambos esquemas o indicadores agregados es en Europa sumamente baja (-11), alcanzando por contra un valor sensiblemente más alto en Estados Unidos (-64). Lo cual sugiere que el grado de virtual de independencia entre las puntuaciones en el indicador de *promesas* y en el de *reservas* en Europa es resultado de muchos individuos albergando al tiempo imágenes positivas y negativas, redundando en una posición de ambivalencia. Por el contrario, en Estados Unidos se observa una estructura más polarizada: quienes tienen reservas ante la ciencia, apenas ven las promesas de la misma, en tanto que quienes están convencidos del carácter positivo de la ciencia apenas perciben sus posibles efectos indeseados. Dado que el segmento crítico es en Estados Unidos claramente minoritario (aunque *vocal* y activo a propósito de algunas cuestiones),

TABLA 3: Puntuaciones medidas en un indicador de «Promesas de la ciencia»

	Puntuación media (0-100)			
	Europa	Japón	Estados Unidos	Canadá
Toda la población adulta	69	55	68	72
<b>Nivel de educación formal</b>				
Menor que secundaria completa	68	54	63	68
Secundaria completa	69	55	68	75
Postsecundaria	71	56	71	84
<b>Sexo</b>				
Mujer	68	54	67	68
Hombre	70	55	69	76
<b>Edad</b>				
18-29 años	69	53	67	70
30-39 años	69	53	69	74
40-49 años	70	54	69	73
50-64 años	71	56	69	75
65 y más años	68	57	66	69
<b>Nivel de alfabetización científica</b>				
Público bien informado	70	64	72	84
Público moderadamente bien informado	69	58	69	80
Público poco o nada informado	69	54	67	69
Número de casos	6.122	1.457	2.006	2.000

Fuente: MILLER, J. D.; R. PARDO; F. NIWA (1997). *Public Perceptions of Science and Technology. A Comparative Study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Madrid: Chicago: Fundación BBV: Chicago Academy of Sciences.

puede decirse que la cultura de la sociedad americana es claramente simpatética respecto a la ciencia, tratando de incorporarse activamente a su desarrollo y aplicación, frente a posiciones más vacilantes en Europa (Miller y Pardo, 2000, págs. 109-110). Esa diferencia en la estructura de las actitudes se mantiene en Europa con independencia del nivel educativo, la familiaridad con la ciencia y otras variables sociodemográficas. Ese resultado apunta a la existencia de factores culturales (de la *cultura europea*, si es que puede hablarse con sentido de una cul-

tura europea) en la evaluación y asimilación de la ciencia, en lo que podría etiquetarse como *apropiación cultural* de la ciencia.

Un tercer punto que merece mayor atención de la recibida hasta hoy es el de la cartografía de las zonas de colisión o tensiones entre ciencia-tecnología y sociedad. Uno de los efectos indeseados de acogerse a un prisma formal de análisis de las actitudes ante la ciencia es que los contenidos específicos de las actitudes se ven colapsados en dimensiones más generales, un análisis en el que lo que importa es, sobre todo, construir y asig-

TABLA 4: Puntuaciones medidas en un indicador de «Reservas ante la ciencia»

	Puntuación media (0-100)			
	Europa	Japón	Estados Unidos	Canadá
Toda la población adulta	58	56	39	56
<b>Nivel de educación formal</b>				
Menor que secundaria completa	64	62	51	60
Secundaria completa	57	55	39	52
Postsecundaria	53	50	27	40
<b>Sexo</b>				
Mujer	60	57	40	58
Hombre	57	55	38	53
<b>Edad</b>				
18-29 años	53	54	30	45
30-39 años	55	52	38	54
40-49 años	58	56	36	58
50-64 años	62	58	39	60
65 y más años	64	63	45	61
<b>Nivel de alfabetización científica</b>				
Público bien informado	46	45	24	39
Público moderadamente bien informado	55	55	30	45
Público poco o nada informado	62	56	42	59
Número de casos	6.122	1.457	2.006	2.000

Fuente: MILLER, J. D.; R. PARDO; F. NIWA (1997). *Public Perceptions of Science and Technology. A Comparative Study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Madrid; Chicago: Fundación BBV; Chicago Academy of Sciences.

nar puntuaciones en los componentes *positivo* y *negativo*, estimando en un paso ulterior la magnitud y el signo de la correlación entre ambos componentes ortogonales. Ese análisis es, sin duda, potente y permite avanzar en la modelización de las actitudes ante la ciencia, pero el análisis de la *estructura* (el *bosque*, los indicadores agregados) puede hacer perder de vista el de los *elementos integrantes* de la misma (los *árboles*, los *ítems* específicos). Dicho muy brevemente y a título meramente ilustrativo: la evidencia disponible ilustra que algunas de las zonas

de fricción tradicionales entre ciencia y sociedad han perdido peso en la mayor parte de las sociedades (desde luego no en todas), en tanto que han emergido otras. Las tensiones entre las creencias religiosas y la explicación científica del origen de la vida y la evolución se han visto deflactadas (con la notable excepción de algunos segmentos de Estados Unidos que se acogen a una perspectiva creacionista), sin que pueda decirse que esa reducción de tensiones sea el resultado del reconocimiento por parte del público de la primacía de la visión científica sobre

la religiosa, sino que responde más bien o, al menos es compatible, con el reconocimiento de autoridad a la ciencia y a la religión en sus respectivos dominios. Una tensión emergente es la de las visiones acerca de la situación y curso futuro del medio ambiente natural y el papel de la ciencia en su transformación. La emergencia de lo que la antropóloga Mary Douglas ha llamado la «religión secular» del medioambientalismo es, seguramente, uno de los rasgos más característicos de la cultura de la modernidad tardía, y afecta críticamente a la visión del impacto neto que la ciencia y la tecnología tienen sobre la naturaleza. La imagen de la naturaleza dominante hoy en la mayoría de las sociedades avanzadas es de carácter romántico y pesimista (dicho sea ello sin negar la seriedad de la alteración de los ciclos naturales del Planeta por el grupo [*cluster*] ciencia-industria-estilo de vida de las sociedades avanzadas, tabla 5).

Las cuestiones relacionadas de la auto-identidad humana y la demarcación entre especies, así como el tratamiento y uso de los animales, constituyen algunos elementos más en los que las percepciones del público acerca de la influencia de la ciencia y la tecnología contemporáneas es crítica o, cuando menos, ambivalente. Dado que los mejores análisis disponibles informan acerca del bajo y fragmentario inconexo conocimiento del público acerca del medio ambiente (Smith, 1996) y que el pesimismo, en ésta como en otras áreas, conduce más a la inacción que a la implicación personal en contribuir a la mejora del entorno (que implica siempre costes personales), la comunidad científica y los decisores públicos deberían atender a proporcionar una educación sobre el medio ambiente de base científica. Recomendación que cabe hacer extensiva al área de la biotecnología, respecto a la cual el desconocimiento es aún mayor y que parece *activar* en el público imágenes de riesgos

incontrolables, creación de monstruos y afectación negativa e irreversible de la naturaleza. Nuevos estudios de esta problemática necesitarán ir más allá de las variables y esquemas conceptuales del campo de comprensión de la ciencia por el público, incorporando los del campo de percepciones de riesgo. Con las variables actuales somos capaces de explicar una parte significativa de la variabilidad en las actitudes ante las *promesas* de la biotecnología, pero prácticamente nada de las reservas y los riesgos (Midden; Pardo; Miller, 2000). El enlace con los resultados del llamado *paradigma psicométrico* de la percepción de riesgos y algunas de las contribuciones procedentes de la *teoría cultural* y la antropología cultural (Aaron Wildavsky; Mary Douglas) permitirán mejorar la potencia de los modelos de comprensión de la ciencia por el público y ampliar el radio de objetos de los que se ha venido ocupando hasta ahora.

Un cuarto punto necesitado de atención es el de la exploración de las diferencias entre cultura *científica* y cultura *tecnológica*, y entre los correspondientes tipos de alfabetización, que frecuentemente han sido tratados de forma agregada en la bibliografía de *comprensión de la ciencia por el público*. Hay razones y evidencia para afirmar que en la cultura de la modernidad tardía, en el horizonte del siglo *xxi*, ha alcanzado más peso y visibilidad la dimensión tecnológica que la científica en sentido estricto. Buena parte de las metáforas, imágenes, representaciones sociales, expectativas y ansiedades ante el cambio científico y tecnológico, llevan la impronta de algunas de las tecnologías más emblemáticas de este período. Concretamente, el computador y las tecnologías de la información operan hoy como *tecnologías definidoras*, que se proyectan o «desarrollan enlaces, metafóricos o de otro tipo, con la cultura científica, la filosofía y la literatura, [y que] siempre está disponible para servir

TABLA 5. Orientaciones romántica y materialista respecto al medio ambiente (en porcentaje)

<i>Romanticismo medioambiental</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>
Cualquier cambio en la naturaleza hecho por los seres humanos, aunque esté apoyado en la ciencia, empeorará las cosas	47	27
Prácticamente todo lo que hacemos hoy en las sociedades modernas daña el medio ambiente	61	20
Los animales deberían tener muchos de los derechos de las personas, como el derecho a la vida	79	8
Las personas deberían respetar la naturaleza porque fue creada por Dios	67	14
La naturaleza estaría en paz y armonía tan solo con que los seres humanos la dejaran sola o no la tocaran	70	12
El crecimiento económico perjudica casi siempre al medio ambiente	67	15
El equilibrio de la naturaleza es muy delicado y fácilmente alterable por las actividades de los seres humanos	79	7
<i>Orientación materialista</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>
No hay que preocuparse demasiado por la extinción o desaparición de las especies vegetales y animales	10	82
El planeta Tierra puede autoregularse y compensar de manera natural las agresiones al medio ambiente que realizan los humanos	26	54
Nuestro planeta, la Tierra, tiene recursos ilimitados	26	61
Los problemas medioambientales han sido exagerados	17	63
Los seres humanos han sido creados para dominar sobre el resto de la naturaleza	31	48
El crecimiento económico es más importante que la protección del medio ambiente	14	69
Gracias a la ciencia se solucionarán los problemas del medio ambiente sin que apenas sea necesario cambiar nuestro modo de vida	23	49
Deberíamos preocuparnos más por el deterioro de los monumentos y las obras de arte que por la desaparición de especies vegetales o animales	11	67

Fuente: *Estudio de cultura medioambiental y percepciones de la Biotecnología* (Fundación BBV, 1999).

como metáfora, ejemplo, modelo o símbolo» (Bolter, 1984, pág. 11). Desde un punto de vista formal, lo mismo cabría afirmar acerca de la biotecnología, que progresivamente está emergiendo a la opinión pública, y que es motivo del trabajo de los creadores de representaciones sociales (específicamente en las áreas de la literatura y el cine, y en los medios de comunicación) y se proyecta desde el laboratorio, el hospital y la empresa especializada al dominio de la cultura de nuestra época. Desde el punto de vista de los valores y las actitudes, esas dos familias tecnológicas parecen suscitar hoy recepciones de sentido distinto (aceptación y sentimiento de *empowerment* en el caso de las tecnologías de la información, frente a rechazo o ambivalencia y sentimiento de temor o falta de control). Seguir hablando de *cultura científico-tecnológica*, sin sensibilidad hacia el peso específico y papel cultural de la tecnología en general y de los dos grupos de tecnologías acabados de mencionar, es condenarse a perder de vista algunos de los rasgos más sobresalientes de la cultura y las percepciones del público en este tránsito de siglo. Desde un punto de vista práctico, parece obvio también que la distancia del público respecto a la mayor parte de las áreas de la ciencia y las existentes respecto a la tecnología son claramente distintas, como también es distinta la alfabetización o familiaridad tecnológica (por ejemplo, la que se transmite en la enseñanza secundaria bajo el término *Tecnología*) y la alfabetización científica (por ejemplo, la que es objeto de enseñanza en las disciplinas de la Física y la Química del nivel educativo secundario).

Un último punto que interesa dejar anotado se refiere a las consecuencias del cambio de esquema conceptual por el que hemos abogado aquí, el tránsito desde una perspectiva de *alfabetización científica del público* a otra de análisis de la *cultura científico-tecnológica* (o científica y/o tecnológica). La

primera perspectiva conlleva una determinada *ontología* u objetos a medir, analizar y relacionar, y en ella el contexto espacio-temporal es poco o nada relevante (se supone que los contenidos científicos son objeto de comunicación y apropiación universal, con independencia de las características de cada sociedad o comunidad). Como se señaló anteriormente, la ontología que implica por esa perspectiva se compone de pocos elementos, que caen bajo las categorías siguientes: *interés* por la ciencia, *información* acerca de la ciencia, *fuentes* de la información, *conocimiento de conceptos y principios* de la ciencia, *conocimiento del modo de proceder* de la ciencia (la *metódica* de la ciencia) y, finalmente, *actitudes* (en ocasiones desglosadas en *generales* o relativas a la ciencia como conjunto, y *particulares*, atinentes a determinados subconjuntos de la misma). La perspectiva de la cultura científica (y/o tecnológica) tiene que hacerse cargo de los objetos de la perspectiva de alfabetización, pero tiene que incluir nuevos elementos y relaciones. Entre otros, los siguientes (ofrecidos aquí más a título ilustrativo que de denotación precisa de todos los objetos visualizables desde esta perspectiva cultural): los símbolos, metáforas e imágenes asociados a la ciencia y la tecnología, los agentes de la ciencia y la tecnología (los *personajes*, los *héroes* y los *villanos*, los investigadores *anónimos*), el *script* de la práctica científica y tecnológica (la comprensión de las reglas y sentido de los juegos *hacer ciencia* y *hacer tecnología*), el escenario en el que se desarrollan esas prácticas o se juegan esos juegos (integrado, entre otros, en las percepciones del público, por los centros públicos de investigación, los centros privados, *los laboratorios del gobierno*, las grandes empresas, las pequeñas empresas de *alta tecnología*), las herramientas o *hardware* del hacer científico y tecnológico, la confianza y proximidad respecto a los agentes definidores de las re-

glas del juego y/o influyentes en la aplicación de las mismas, las imágenes de la naturaleza y de la intervención humana en ella con el concurso de la ciencia y la tecnología, los productos (materiales) del avance científico-tecnológico. En la perspectiva cultural, las coordenadas espacio-temporales cuentan. Hay elementos de la cultura científica objeto de transmisión y asimilación sin que el contexto macro importe mucho (los principios de la termodinámica, por ejemplo), pero hay otros de carácter metafórico, simbólico y valorativo, que enlazan tanto con la ciencia en el sentido del *Mundo 3* de Popper, cuanto con las características de una determinada sociedad o comunidad. La *apropiación cultural* de la ciencia y la tecnología presenta una variabilidad cuya explicación exige de la mirada histórica y del análisis del perfil sociológico de cada comunidad. Lo que hasta ahora ha trabajado la perspectiva de la comprensión de la ciencia por el público no es sino la punta del iceberg de la recepción e integración cultural de la ciencia y la tecnología en sociedades concretas en el período de la modernidad tardía.

## CONCLUSIÓN

El campo de la comprensión pública de la ciencia ha acumulado un significativo volumen de evidencia empírica, ha avanzado en la construcción de indicadores con propiedades formales y conceptuales satisfactorias, ha dado algunos pasos en la dirección de la modelización y ha comenzado a interpretar las diferencias en las percepciones de la ciencia en las distintas sociedades de modernidad tardía. Pero parece que se ha llegado a un punto en que resultará difícil seguir prolongando las líneas de análisis desarrolladas hasta el presente. Varias de las insuficiencias más importantes apuntan

a la necesidad de proceder a ampliar el objeto formal y a revisar algunos de los supuestos originarios del campo. Posiblemente en los próximos años el estudio canónico representado por la perspectiva de la *scientific literacy* quedará como subconjunto de un estudio más general de la *cultura científica* de la sociedad en un período en el que los principios e instituciones de la modernidad, aunque no han caducado, sí que han experimentado transformaciones muy significativas. Las pautas de recepción y recreación de la cultura científico-tecnológica en intersección con otras culturas, desde la de carácter político a la de naturaleza medioambiental, deberá, a mi juicio, centrar buena parte de la atención en los próximos años. Y entre las áreas de la ciencia, a cuyo conocimiento y *apropiación cultural* por las sociedades del cambio de siglo habrá que dedicar atención preferente, destacan las de las ciencias de la vida.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Project 2061. Science for All Americans* (1989). Washington, D.C.: AAAS.
- BARLEY, S. R. (1992). «The New Crafts: The Rise of the Technical Labor Force and Its Implications for the Organization of Work». Filadelfia: National Center on the Educational Quality of the Workforce.
- BARNES, B.; B. DAVIED; J. HENRY (1996). *Scientific Knowledge. A Sociological Analysis*. Chicago: The University of Chicago Press.
- BAUER, M.; K. PETKOVA; P. BOYADJIEVA (2000). «Public knowledge of and Attitudes to Science: Alternative Measures that May End The "Science War"». *Science, Technology & Human values*, vol. 25, nº 1, págs. 30-51.
- BLANPIED, W. A (1976). «Introduction». A: HOLTON, G.; W. BLANPIED (ed.). *The Science and Its Public: The Changing Relationship*. Dordrecht-Boston: D. Reidel Publishing Company.
- BOLTER, J. D. (1984). *Turing's Man: Western Culture in the Computer Age*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- DURANT, J. (1992). «Editorial». *Public Understanding of Science*, nº 1, pág. 1-5.

- (1993). «What is Scientific Literacy?». En: DURANT, J.; J. GREGORY (ed.). *Science and Culture in Europe*. Londres: Science Museum, pág. 129-137.
- DURANT, J. [et al.] (2000). «Two Cultures of Public Understanding of Science and Technology in Europe». En: DIERKES, M.; C. VON GROTE (ed.). *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, pág. 131-156.
- ETZIONI, A.; C. NUNN (1974). «The Public Appreciation of Science in Contemporary America». *Daedalus*, vol. 103, n° 3 (verano), pág. 191-205.
- EVANS, G.; J. DURANT (1995). «The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain». *Public Understanding of Science*, n° 4.
- GASKELL, G. [et al.] (1997). «Europe ambivalent on biotechnology». *Nature*, vol. 387 (junio), pág. 845-847.
- (1999). «Worlds Apart? The Reception of Genetically Modified Foods in Europe and the U.S.». *Science*, vol. 285 (julio), pág. 384-387.
- GIDDENS, A. (1991). *Modernity and Self-Identity*. Stanford: Stanford University Press.
- GROSS, P. R.; N. LEVITT (1994). *Higher Superstition. The Academic Left and Its Quarrels with Science*. Baltimore; Londres: The Johns Hopkins University Press.
- GROSS, P. R.; N. LEVITT; M. W. LEWIS (ed.) (1996). *The Flight from Science and Reason*. Nueva York: The New York Academy of Sciences.
- GUSTON, D. H.; K. KENISTON (ed.) (1994). «Introduction: The Social Contract for Science». En: *The Fragile Contract. University Science and the Federal Government*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- HANDLIN, O. (1972). «Ambivalence in the Popular Response to Science». En: BARNES, B. (ed.). *Sociology of Science*. Harmondsworth: Penguin, pág. 253-268.
- HUGUES, T. P. (1989). *American Genesis. A Century of Invention and Technological Enthusiasm 1870-1970*. Nueva York: Viking.
- INKELES, A. (1983). *Exploring Individual Modernity*. Nueva York: Columbia University Press.
- KANTROWITZ, A. (1967). «Proposal for an Institution for Scientific Judgment». *Science*, n° 763.
- LEVITT, N. (1999). *Prometheus Bedeviled. Science and the Contradictions of Contemporary Culture*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- LÉVY-LEBLOND, J.-M. (1992). «About Misunderstandings about Misunderstandings». *Public Understanding of Science*, n° 1, pág. 17-21.
- LYOTARD, J.-F. (1984). *The Postmodern Condition: A Report on Knowledge*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- MARTIN LIPSET, S.; W. SCHNEIDER (1987). *The Confidence Gap. Business, Labor, and Government in the Public Mind*. (Ed. rev.). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- MARX, L. (1988). *The Pilot and the Passenger*. Nueva York; Oxford: Oxford University Press.
- (1998). «The Domination of Nature and the Redefinition of Progress». En: MARX, L.; B. MAZLISH (ed.). *Progress. Fact or Illusion?* Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- MAZUR, A. (1973). «Disputes between Experts». *Minerva*, n° 243.
- MEADOWS, D. H. [et al.] (1972). *The Limits to Growth*. Nueva York: Universe.
- MERTIG, A. G.; R. E. DUNLAP (1995). «Public Approval of Environmental Protection and Other New Social Movement Goals in Western Europe and the United States». *International Journal of Public Opinion Research*, vol. 7, n° 2, pág. 145-156.
- MIDDEN, C.; R. PARDO; J. D. MILLER. «Attitudes toward Biotechnology in the European Union». A: MILLER, J. D. (ed.). *Perceptions of Biotechnology. Public Understanding and Attitudes*. The Hampton Press. [En prensa]
- MILLER, J. D. (1983). «Scientific Literacy: A Review». *Daedalus*, vol. 112, n° 2, pág. 29-47.
- (1983). *The American People and Science Policy*. Nueva York: Pergamon Press.
- MILLER, J. D.; R. PARDO (2000). «Civic Scientific Literacy and Attitude to Science and Technology: A Comparative Analysis of the European Union, the United States, Japan, and Canada». A: DIERKES, M.; C. VON GROTE (ed.). *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, pág. 131-156.
- MILLER, J. D.; R. PARDO; F. NIWA (1997). *Public Perceptions of Science and Technology. A Comparative Study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Madrid: Fundación BBV: The Chicago Academy of Sciences.
- NISBET, R. (1995). *History of the Idea of Progress*. New Brunswick; Londres: Transaction Publishers.
- PARDO, R. (1999). «Opinión pública i clonación». En: *Informe sobre clonación*. Madrid: Fundación de Ciencias de la Salud.
- PASSMORE, J. (1978). *Science and Its Critics*. New Brunswick, N. J.: Rutgers University Press.
- ROSZAK, T. (1995). *The Making of A Counter Culture. Reflections on the Technocratic Society and Its Youthful Opposition*. Berkeley; Los Angeles; Londres: University of California Press.
- ROUSSEL, P. A.; K. N. SAAD; T. J. ERICKSON (1991). *Third Generation R&D. Managing the Link to Corporate Strategy*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- SHAPIN, S. (1990). «Science and the Public». En: OLBY, R. C. [et al.] (ed.). *Companion to the History of Modern Science*. Londres; Nueva York: Routledge, pág. 990-1007.
- SHEN, B. S. P. (1975). «Science Literacy and the Public Understanding of Science». En: DAY, S. B. (ed.).

- Communication of Scientific Information*. Basel; Munich; París; Londres; Nueva York: S. Karger, pág. 44-52.
- SHILS, E. (1974). «The Public Understanding of Science». *Minerva*, vol. XII, nº 2, pág. 153-158.
- SIMON, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*. 3ª ed. Cambridge, MA: The MIT Press.
- SMITH, T. W. (1996). «Environmental and Scientific Knowledge Around the World». *GSS Cross-National Report*, nº 16. Chicago: NORC.
- SOKAL, A. (1996). «Transgressing the Boundaries: Toward A Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity». En: *Social Text* 46/47 (primavera-verano), pág. 217-252.
- SOKAL, A.; J. BRICMONT (1999). *Fashionable Nonsense. Postmodern Intellectuals' Abuse of Science*. Nueva York: Picador.
- WORCESTER, R. M. (1993). «Public and Élite Attitudes to Environmental Issues». *International Journal of Public Opinion Research*, vol. 5, nº 4, pág. 315-334.
- WYNNE, B. (1996). «Misunderstood misunderstandings: social identities and public uptake of science». En: IRWIN, A.; B. WYNNE (ed.). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, pág. 19-46.
- CSIC. Anteriormente fue catedrático en la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad Pública de Navarra. Entre 1994 y 1996 presidió la Comisión Nacional para la Evaluación de Proyectos de Investigación en el área de Ciencias Sociales de la ANEP. Ha sido *Visiting Scholar* en el Massachusetts Institute of Technology (1987-1989) y en la Universidad de Stanford, y *Visiting Professor* en esta última universidad. Ha sido consultor de la empresa INTEL en Estados Unidos y de la Dirección General XII (Ciencia y Tecnología) de la Comisión Europea. Entre 1990 y 2000 fue director del Centro Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Fundación BBV. En la actualidad es miembro del Comité Asesor de la Fundación COTEC para la promoción de la innovación tecnológica y director general de la Fundación BBVA.
- Sus áreas de investigación e interés principales son las siguientes: innovación tecnológica y organizativa; tecnologías de la información y diseño organizacional; cultura científico-tecnológica y medioambiental de las sociedades avanzadas, y cuestiones metodológicas relativas a la construcción de escalas y sistemas de indicadores para la investigación comparada.

## RESEÑA CURRICULAR

Rafael Pardo Avellaneda es profesor de investigación en el Instituto de Economía y Geografía (Departamento de Economía) del